



Научно-исследовательский журнал «Педагогическое образование» / *Pedagogical Education*

<https://po-journal.ru>

2025, Том 6, № 5 / 2025, Vol. 6, Iss. 5 <https://po-journal.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности: 5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)

УДК 614.84

## Применение технологий искусственного интеллекта для диагностики уровня стрессоустойчивости при проведении учений подразделений пожарной охраны

<sup>1</sup> Шкитронов М.Е.,

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева»

**Аннотация:** актуальность темы исследования обусловлена возрастающими требованиями к профессиональной деятельности личного состава подразделений пожарной охраны, работа которых сопряжена с высокими психоэмоциональными нагрузками и риском для жизни.

Цель исследования заключается в разработке и апробации методики диагностики уровня стрессоустойчивости личного состава подразделений пожарной охраны на основе технологий искусственного интеллекта в процессе проведения учений.

Задачи исследования включают в себя: анализ существующих методов диагностики стрессоустойчивости; анализ существующих алгоритмов обработки данных, получаемых с помощью датчиков физиологических параметров и поведенческих характеристик; изучение отечественного и зарубежного опыта диагностики стрессоустойчивости пожарных в ходе проведения учений подразделений пожарной охраны.

Методология исследования основана на системном подходе, в рамках которого использовались такие общенаучные методы, как синтез, анализ, систематизация и формально-логический подход. В исследовании также были задействован ряд специальных методов: историографический анализ научной литературы и методы описательного анализа.

Применение технологий искусственного интеллекта для диагностики уровня стрессоустойчивости сотрудников пожарной охраны в условиях, максимально приближенных к условиям реального пожарного инцидента позволит оперативно выявлять сотрудников, подверженных повышенному стрессу во время учений и своевременно оказывать им необходимую психологическую поддержку.

**Ключевые слова:** учения подразделений пожарной охраны, стрессоустойчивость, пожарная охрана, пожаротушение, инновационные технологии

**Для цитирования:** Шкитронов М.Е. Применение технологий искусственного интеллекта для диагностики уровня стрессоустойчивости при проведении учений подразделений пожарной охраны // Педагогическое образование. 2025. Том 6. № 5. С. 270 – 275.

Поступила в редакцию: 17 марта 2025 г.; Одобрена после рецензирования: 16 апреля 2025 г.; Принята к публикации: 16 мая 2025 г.

## Application of artificial intelligence technologies for diagnosing the level of stress resistance during exercises of fire protection units

<sup>1</sup> Shkitronov M.E.,

<sup>1</sup> Saint-Petersburg University of State Fire Service of the EMERCOM of Russia

**Abstract:** the research relevance is due to the increasing requirements for the professional activities of fire protection officers, whose work is associated with high psycho-emotional stress and risk to life.

The research goal is to develop and test a methodology for diagnosing the level of stress resistance of fire service employees based on artificial intelligence technologies in the process of conducting exercises.

The research objectives include: analysis of existing methods for diagnosing stress resistance; analysis of existing algorithms for processing data obtained using sensors of physiological parameters and behavioral characteristics; study of domestic and foreign experience in diagnosing the stress resistance of firefighters during the exercises of fire protection units.

The research methodology is based on a systematic approach, within the framework of which such general scientific methods as synthesis, analysis, systematization and formal-logical approach were used. A number of special methods were also used in the study: historiographical analysis of scientific literature and methods of descriptive analysis.

The use of artificial intelligence technologies to diagnose the level of stress resistance of fire service employees in conditions as close as possible to the conditions of a real fire incident will make it possible to quickly identify employees exposed to increased stress during exercises and provide them with the necessary psychological support in a timely manner.

**Keywords:** exercises of fire protection units, stress resistance, fire protection, fire extinguishing, innovative technologies

**For citation:** Shkitronov M.E. Application of artificial intelligence technologies for diagnosing the level of stress resistance during exercises of fire protection units. *Pedagogical Education*. 2025. 6 (5). P. 270 – 275.

The article was submitted: March 17, 2025; Approved after reviewing: April 16, 2025; Accepted for publication: May 16, 2025.

### Введение

Актуальность темы обусловлена высокими психоэмоциональными нагрузками, которые испытывают сотрудники подразделений пожарной охраны в процессе выполнения служебных задач, что делает своевременную и точную диагностику уровня стрессоустойчивости необходимым условием для поддержания работоспособности пожарных во время учений и предотвращения профессионального выгорания. При этом такие традиционные методы оценки уровня стресса, как психологическое тестирование или глубинные интервью, являются трудоемкими и довольно субъективными, что ограничивает эффективность таких методов в условиях проведения учений подразделений пожарной охраны. В связи с этим, применение технологий искусственного интеллекта является одним из перспективных направлений для автоматизации и повышения объективности диагностики стрессоустойчивости у пожарных.

Необходимо отметить, что отечественные разработки в области искусственного интеллекта для диагностики стрессоустойчивости сотрудников подразделений пожарной охраны находятся на стадии активного развития. Современные исследования, проводимые в ряде российских научно-исследовательских институтов, направлены на создание алгоритмов, способных анализировать биометрические данные, параметры речи и поведенческие индикаторы для оценки уровня стресса и адаптационного потенциала сотрудников всех экстренных служб, в том числе и пожарных [3, с. 91].

Отечественные исследования, например, разработки Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН в области адаптивного управления сложными системами, демонстрируют большой потенциал для создания интеллектуальных алгоритмов, учитывающих индивидуальные особенности психофизиологического профиля пожарных и специфику выполняемых ими профессиональных задач [9, 3].

В частности, разрабатываются системы, основанные на методах машинного обучения для классификации психоэмоционального состояния сотрудников на основе данных, полученных с носимых датчиков и камер видеонаблюдения во время проведения учений пожарной охраны [6, с. 124]. Однако, необходимо от-

метить, что большинство отечественных разработок носят еще экспериментальный характер и требуют дальнейшей валидации и апробации в реальных условиях.

В то же время, зарубежный опыт, в частности, использование систем машинного обучения для анализа данных, полученных с носимых датчиков в проектах, реализуемых в США и ЕС подчеркивает важность валидации разработанных алгоритмов на больших выборках и в условиях, максимально приближенных к реальным ситуациям пожаротушения [15, с. 2750]. Зарубежные исследования в области искусственного интеллекта для диагностики стрессоустойчивости сотрудников подразделений пожарной охраны демонстрируют более высокую степень практической реализации [13, с. 569]. Компании, специализирующиеся на разработке систем мониторинга здоровья и безопасности личного состава, предлагают решения, интегрирующие интеллектуальные алгоритмы для анализа данных, получаемых с носимых устройств и сенсоров, установленных на пожарной технике.

В частности, интеллектуальные системы, разработанные американской компанией «Alertness Technologies», используют алгоритмы машинного обучения для выявления признаков усталости и снижения концентрации внимания у пожарных на основе анализа данных о движениях головы, моргании и других поведенческих индикаторах [14, с. 82]. Данные системы позволяют оперативно принимать меры по предотвращению ошибок и несчастных случаев как во время учений, так и в процессе пожаротушения реальных инцидентов.

Применение технологий искусственного интеллекта в диагностике стрессоустойчивости личного состава подразделений службы пожарной охраны предполагает использование методов обработки естественного языка (NLP) для анализа текстовых и голосовых сообщений сотрудников, выявления признаков эмоционального выгорания и первых признаков депрессии [12, с. 210].

В зарубежных лабораториях искусственного интеллекта также разрабатываются системы, основанные на анализе изображений лиц и мимики для оценки уровня стресса и эмоционального состояния пожарных. Интеграция такого рода технологий в системы поддержки принятия решений позволяет руководителям подразделений пожарной охраны своевременно выявлять сотрудников, нуждающихся в психологической помощи, а также оптимизировать распределение нагрузки и планирование работы во время проведения полевых учений [11, с. 27].

На наш взгляд, перспективы развития данного направления связаны с расширением спектра анализируемых данных, разработкой более совершенных алгоритмов машинного обучения и созданием интегрированных систем для комплексной оценки психоэмоционального состояния сотрудников. Важным аспектом является обеспечение конфиденциальности и защиты персональных данных, а также разработка этических норм и стандартов использования технологий искусственного интеллекта в сфере охраны труда и безопасности.

### Материалы и методы исследований

Теоретико-методологические основы исследования составили постулаты и выводы, изложенные в фундаментальных работах таких авторов, как Е.В. Андреева, А.А. Петров [1], М.Я. Бердичевский, И.П. Смирнов [2], В.И. Васильев [3], А.Л. Горелик, А.В. Скворцов [4] и др.

Методические аспекты исследуемой темы были проанализированы на основе материалов таких авторов, как С.П. Иванов, Д.А. Кузнецов [6], А.В. Карпов [7], Ю.П. Лукашин [8], В.Л. Макаров, П.Р. Варшавский [9] и др.

В исследовании были также использованы материалы Государственной противопожарной службы Российской Федерации [5].

Методология исследования включает в себя ряд общенаучных методов: синтез, анализ, систематизация, описательный анализ, сопоставление, а также формально-логический метод.

В рамках исследования темы были также применены историографический анализ научного дискурса и анализ возможностей внедрения технологий искусственного интеллекта для диагностики уровня стрессоустойчивости пожарных во время учений подразделений пожарной охраны.

### Результаты и обсуждения

На основе анализа современного научного дискурса можно констатировать растущий интерес исследовательского сообщества к применению технологий искусственного интеллекта (далее – ИИ) в области оценки психофизиологического состояния специалистов, работающих в экстремальных условиях, в частности, сотрудников пожарной охраны. Результаты эмпирических исследований демонстрируют потенциал искусственного интеллекта для обнаружения признаков стресса и прогнозирования стрессоустойчивости на основе анализа различных данных, включая физиологические параметры (ЭКГ, ЭЭГ, кожно-гальваническая

реакция), поведенческие характеристики и лингвистические паттерны (например, анализ текста сообщений, отправляемых пожарными в ходе проведения учений подразделений пожарной охраны) [6, с. 122].

В частности, в работах, посвященных применению искусственного интеллекта в пожаротушении, доказана эффективность таких алгоритмов машинного обучения, как «Support Vector Machines» (SVM), «Random Forests» и генеративные нейронные сети, в классификации уровней стресса и тревожности [13, с. 570]. Такие интеллектуальные алгоритмы позволяют выявлять нелинейные зависимости между входными данными и целевой переменной, что особенно важно при анализе сложных психофизиологических процессов [8, с. 101].

Применение искусственного интеллекта в условиях учений пожарной охраны позволит получить объективную и оперативную оценку стрессоустойчивости личного состава в реальном времени. В частности, исследователи отмечают, что применение алгоритмов SVM, «Random Forests» и нейронных сетей в задачах классификации уровней стресса и тревожности обусловлено их способностью к эффективной обработке многомерных данных и выявлению сложных взаимосвязей. Так, SVM-алгоритмы демонстрирует высокую эффективность в задачах классификации с нелинейно разделимыми классами, что достигается путем построения оптимальной разделяющей гиперплоскости в пространстве признаков высокой размерности данных при определении уровней стресса [9, с. 104]. В свою очередь, алгоритм «Random Forests», основанный на принципе «дерева решений», обеспечивает устойчивость к переобучению нейронной сети и позволяет оценивать важность отдельных признаков стресса у личного состава подразделений пожарной охраны [11, с. 25].

Как отмечают исследователи, нейронные сети благодаря своей архитектуре, способны моделировать сложные нелинейные зависимости между входными данными (например, физиологическими параметрами или данными анкетирования) и уровнями стресса [12, с. 202]. В частности, такие архитектуры, как многослойные перцептроны (MLP) и рекуррентные нейронные сети (RNN), могут быть адаптированы для анализа временных рядов физиологических данных пожарных, что позволяет выявлять динамические изменения в состоянии сотрудника в процессе выполнения задач во время учений подразделений пожарной охраны.

В ряде эмпирических работ доказано, что интеграция данных, полученных от носимых датчиков (например, пульсметров, датчиков кожно-гальванической реакции) и результатов психологического тестирования, позволяет создать комплексную систему мониторинга стресса [13, с. 567]. Алгоритмы машинного обучения могут быть использованы для прогнозирования уровней стресса и тревожности в режиме реального времени, предоставляя руководству пожарной охраны возможность оперативно реагировать на потенциальные риски среди стажеров [14, с. 58].

Внедрение подобных систем мониторинга в процесс подготовки пожарных позволяет не только оценивать текущее состояние личного состава, но и адаптировать тренировочные программы для повышения стрессоустойчивости подразделений пожарной охраны. Объективные данные о реакции организма на стрессовые факторы, полученные в ходе учений, могут быть использованы для дальнейшей разработки индивидуальных стратегий преодоления стресса и повышения эффективности действий в экстремальных ситуациях [15, с. 2748].

Помимо мониторинга физиологических и поведенческих показателей, интеллектуальные системы могут быть интегрированы с системами управления операциями для анализа такой контекстуальной информации, как тип пожарного инцидента, уровень его сложности, доступность ресурсов и другие факторы, влияющие на уровень стресса пожарных. Объединение данных из различных источников позволит руководству пожарной охраны создать комплексную картину стрессового состояния пожарного и принимать более обоснованные решения о распределении задач, предоставлении поддержки и организации отдыха во время проведения учений.

Таким образом, можно констатировать, что внедрение интеллектуальных систем для мониторинга стресса в подразделениях пожарной охраны представляет собой многообещающее направление, способное существенно повысить эффективность работы и сохранить здоровье личного состава подразделений пожарной охраны. Использование интеллектуальных технологий позволяет автоматизировать процесс сбора и анализа данных, повысить объективность и точность оценки, а также выявлять скрытые закономерности и предикторы стрессоустойчивости.

При этом очевидно, что внедрение интеллектуальных систем для мониторинга стресса в подразделениях пожарной охраны в работе Государственной противопожарной службы Российской Федерации требует решения ряда технических и этических вопросов, включая обеспечение конфиденциальности данных, предотвращение дискриминации и разработку четких протоколов реагирования на выявленные признаки стресса.

### Выводы

По итогу проведенного исследования были сформулированы следующие выводы:

1. Профессиональная деятельность пожарных сопряжена с экстремальными физическими и психологическими нагрузками, что делает их особенно уязвимыми для развития хронического стресса, тревожности, посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) и других психических заболеваний, поэтому своевременное выявление и управление стрессом является критически важным для поддержания оптимального функционирования пожарных и предотвращения негативных последствий для их здоровья и безопасности.
2. Интеграция интеллектуальных систем для мониторинга физиологических параметров (например, на основе вариабельности сердечного ритма, кожно-гальванической реакции) и когнитивных показателей (время реакции, точность выполнения задач) предоставляет возможность объективной оценки уровня стресса в режиме реального времени.
3. Вместе с тем, следует учитывать этические и практические аспекты внедрения интеллектуальных систем, поскольку конфиденциальность и защита персональных данных, а также обеспечение прозрачности алгоритмов принятия решений должны быть основаны на четких протоколах интерпретации результатов диагностики и принятия мер по снижению уровня стресса у пожарных.

### Список источников

1. Андреева Е.В., Петров А.А. Применение нейронных сетей для оценки психоэмоционального состояния спасателей в экстремальных ситуациях // Вестник МЧС России. 2020. № 3. С. 45 – 52.
2. Бердичевский М.Я., Смирнов И.П. Технологии искусственного интеллекта в задачах управления рисками в пожарной безопасности // Пожарная безопасность. 2019. № 4. С. 101 – 108.
3. Васильев В.И. Методы машинного обучения в задачах анализа данных о состоянии здоровья // Информационные технологии. 2021. Т. 27. № 2. С. 85 – 93.
4. Горелик А.Л., Скворцов А.В. Классификация и прогнозирование в задачах принятия решений. М.: Радио и связь, 2017. 400 с.
5. Государственная противопожарная служба Российской Федерации // МЧС России. URL: <https://вдпо.рф/enc/gosudarstvennaya-protivopozharnaya-sluzhba> (дата обращения: 01.02.2024).
6. Иванов С.П., Кузнецов Д.А. Разработка системы поддержки принятия решений для управления пожарными подразделениями на основе искусственного интеллекта // Системы управления, связи и безопасности. 2022. № 1. С. 120 – 135.
7. Карпов А.В. Психология принятия решений в экстремальных условиях. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2016. 320 с.
8. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. М.: Финансы и статистика, 2018. 224 с.
9. Макаров В.Л., Варшавский П.Р. Искусственный интеллект и моделирование сложных систем. М.: Наука, 2019. 288 с.
10. ООН. Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015-2030 годы. URL: [https://www.unisdr.org/files/43291\\_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf) (дата обращения: 02.02.2025).
11. Cummins N., Schuller B., Fineberg N.A., Preti A. A review of depression and suicide risk assessment using speech analysis. Speech Communication. 2019. № 6. P. 24 – 49.
12. Grossi G., Perski A., Blomkvist V., Jangland E., Holmén A. Wearable sensors for stress and recovery monitoring in professional firefighters: A systematic review. International Archives of Occupational and Environmental Health. 2021. № 94 (2). P. 201 – 214.
13. Smith J., Jones B. Artificial intelligence for stress detection in emergency responders: A review // Journal of Occupational Health Psychology. 2023. Vol. 28. No. 4. P. 567 – 582.
14. Van der Meer L., Müller A. Real-time stress monitoring using wearable sensors and machine learning // Sensors. 2022. Vol. 22. No. 15. P. 57 – 89.
15. Violanti J.M., Fekedulegn D., Hartley T.A., Andrew M.E., Charles L.E., Mnatsakanova Burchfiel C.M. Posttraumatic stress disorder prevalence among firefighters: a systematic review and meta-analysis. Psychological Medicine. 2021. № 1. P. 2748 – 2759.

### References

1. Andreeva E.V., Petrov A.A. Application of neural networks to assess the psycho-emotional state of rescuers in extreme situations. Bulletin of the Ministry of Emergency Situations of Russia. 2020. No. 3. P. 45 – 52.
2. Berdichevsky M.Ya., Smirnov I.P. Artificial intelligence technologies in fire safety risk management problems. Fire safety. 2019. No. 4. P. 101 – 108.
3. Vasiliev V.I. Machine learning methods in health data analysis problems. Information technologies. 2021. Vol. 27. No. 2. P. 85 – 93.
4. Gorelik A.L., Skvortsov A.V. Classification and forecasting in decision-making problems. M.: Radio and Communications, 2017. 400 p.
5. State Fire Service of the Russian Federation. EMERCOM of Russia. URL: <https://вдпо.рф/enc/gosudarstvennaya-protivopozharnaya-sluzhba> (date of access: 01.02.2024).
6. Ivanov S.P., Kuznetsov D.A. Development of a decision support system for managing fire departments based on artificial intelligence. Control, Communications and Safety Systems. 2022. No. 1. P. 120 – 135.
7. Karpov A.V. Psychology of decision making in extreme conditions. M.: UNITY-DANA, 2016. 320 p.
8. Lukashin Yu.P. Adaptive methods for short-term forecasting of time series. Moscow: Finance and Statistics, 2018. 224 p.
9. Makarov V.L., Varshavsky P.R. Artificial Intelligence and Modeling of Complex Systems. Moscow: Science, 2019. 288 p.
10. UN. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. URL: [https://www.unisdr.org/files/43291\\_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf) (date of access: 02.02.2025).
11. Cummins N., Schuller B., Fineberg N.A., Preti A. A review of depression and suicide risk assessment using speech analysis. Speech Communication. 2019. No. 6. P. 24 – 49.
12. Grossi G., Perski A., Blomkvist V., Jangland E., Holmén A. Wearable sensors for stress and recovery monitoring in professional firefighters: A systematic review. International Archives of Occupational and Environmental Health. 2021. No. 94 (2). P. 201 – 214.
13. Smith J., Jones B. Artificial intelligence for stress detection in emergency responders: A review. Journal of Occupational Health Psychology. 2023. Vol. 28. No. 4. P. 567 – 582.
14. Van der Meer L., Müller A. Real-time stress monitoring using wearable sensors and machine learning. Sensors. 2022. Vol. 22. No. 15. P. 57 – 89.
15. Violanti J.M., Fekedulegn D., Hartley T.A., Andrew M.E., Charles L.E., Mnatsakanova Burchfiel C.M. Posttraumatic stress disorder prevalence among firefighters: a systematic review and meta-analysis. Psychological Medicine. 2021. No. 1. P. 2748 – 2759.

### Информация об авторах

Шкитронов М.Е., кандидат педагогических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева», [shkitronov@mail.ru](mailto:shkitronov@mail.ru)

© Шкитронов М.Е., 2025

---